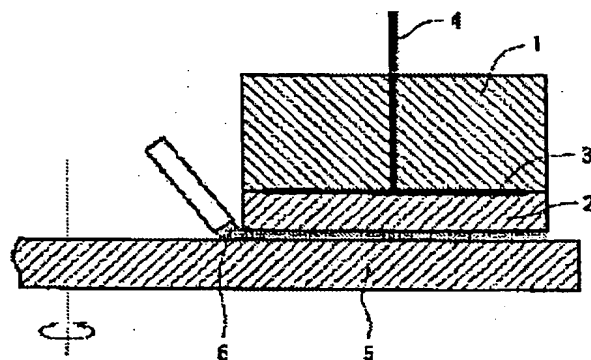


SURFACE POLISHING METHOD OF ELECTROSTATIC CHUCK**Patent number:** JP7221168**Publication date:** 1995-08-18**Inventor:** KITABAYASHI TETSUO; others: 02**Applicant:** TOTO LTD**Classification:****- international:** H01L21/68; B24B37/04; H01L21/3065; H01L21/304; H02N13/00**- european:****Application number:** JP19940031846 19940202**Priority number(s):****Abstract of JP7221168**

PURPOSE: To enable the dielectric layer surface to be polished with high precision without being scratched by stone dust at all by a method wherein the dielectric layer surface is polished with stone dust softer than the dielectric layer itself to produce a reactant of both component materials of the dielectric layer and the stone dust to be mechanically removed later.

CONSTITUTION: The surface of a dielectric layer 2 of an electrostatic chuck is polished with stone dust softer than the dielectric layer 2 itself to create a locally high temperature and high pressure state so that a reactant of both component materials of the dielectric layer 2 and the stone dust may be chemically produced. Next, at least the reactant or the product produced after the decomposition of the reactant is mechanically removed out of the surface of the dielectric layer 2. For example, it is recommended that the dielectric layer 2 mainly comprises Al_2O_3 the stone dust comprises SiO_2 and the reactant from the material comprising the dielectric layer 2 and the material comprising the stone dust mainly comprises kainite. Finally, the reactant is polished while feeding a polishing solution 6 containing SiO_2 stone dust using a high rigid polisher 5.



Japanese Patent Application Laid-Open No. 7 -221168

[Title of the Invention]

SURFACE GRINDING METHOD OF ELECTROSTATIC CHUCK

[Abstract]

5 Purpose: To grind the surface of a dielectric layer by abrasive grains without causing scratches.

Constitution: Finishing grinding is carried out while a grinding solution 6 containing abrasive grains, e.g. SiO_2 abrasive grains, which are softer than the material forming a dielectric layer 2 being supplied to an abrasive wheel
10 with a high rigidity.

Claims:

1. A surface grinding method of an electrostatic chuck comprising steps of chemically producing a reaction product of a substance composing a
15 dielectric layer and a substance composing abrasive grains by locally producing a high temperature and high pressure state by grinding the surface of the dielectric layer of the electrostatic chuck with the abrasive grains softer than the dielectric layer; and mechanically removing at least the reaction product or products obtained by degradating the reaction
20 product from the surface of the dielectric layer.
2. The surface grinding method of an electrostatic chuck according to claim 1, wherein the dielectric layer comprises mainly Al_2O_3 , the abrasive grains are made of SiO_2 , and the reaction product of the substance composing the dielectric layer and the substance composing the abrasive grains is mainly
25 kyanite.

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Field of the Invention]

The invention relates to a method for grinding the surface of a
5 dielectric layer of an electrostatic chuck.

[0002]

[Prior Art]

Conventionally, a semiconductor wafer has been subjected to
treatment such as plasma etching and plasma CVD under a reduced
10 pressure. A chuck utilizing electrostatic power has been known as a chuck
for holding the semiconductor wafer under a reduced pressure in such a case
and the electrostatic chuck comprises a dielectric layer with a top face of
mainly Al_2O_3 . With respect to the surface of the dielectric layer, plane
grinding finishing by diamond whetstone and grinding finishing using
15 abrasive grains with hardness equal to or higher than that of Al_2O_3 such as
diamond abrasive grains, SiC abrasive grains, Al_2O_3 abrasive grains and the
like have been performed.

[0003]

[Problems to be Solved by the Invention]

20 As described above, hard abrasive grains such as diamond abrasive
grains have been used conventionally so as to improve the processing
precision in the grinding of the surface of the dielectric layer as the top face
of the electrostatic chuck, however embedding of the hard abrasive grains or
scratching by them is caused in the surface of the dielectric layer. Such
25 damages and scratches lead to undesirable drawbacks that a semiconductor

wafer is scratched or particles are stuck to the wafer at the time of attachment or detachment of the wafer. Further, in the case of mechanical grinding method using hard abrasive grains, a processed and denatured layer is formed in the surface of the dielectric layer and the processed and denatured layer leaves strains in the surface and thus contaminants such as heavy metal ions, which cause adverse effects on a device, are sometimes stuck to the semiconductor wafer.

[0004]

In place of the above-mentioned mechanical grinding, chemical grinding and electrolytic grinding have been known, however they are inferior in the processing precision and therefore cannot be employed for an electrostatic chuck which requires high processing precision.

[0005]

[Means for Solving the Problems]

In order to solve the above-mentioned problems, the invention provides a surface grinding method involving chemically producing a reaction product of a substance composing a dielectric layer and a substance composing abrasive grains by locally producing a high temperature and high pressure state in the surface of the dielectric layer by grinding the surface with the abrasive grains softer than the dielectric layer; and mechanically removing at least the reaction product or products obtained by degrading the reaction product from the surface of the dielectric layer.

[0006]

[Embodiments]

For example, the surface of an electrostatic chuck is ground by

mechanochemical polishing involving a chemical sphere in which silimanite such as kyanite is produced by reaction of Al_2O_3 composing a dielectric layer and SiO_2 composing abrasive grains and a mechanical sphere in which the produced kyanite or the like is converted to be mullite or amorphous and removing it.

[0007]

[Examples]

Hereinafter, Examples of the invention will be described with reference to attached drawings. Here, Fig. 1 is an explanatory figure showing the state of polishing an electrostatic chuck and the electrostatic chuck comprises a substrate 1, a dielectric layer 2 formed on the substrate 1, inner electrodes 3 formed between the substrate 1 and the dielectric layer 2, and a power supply line 4 for supplying high voltage connected to the inner electrodes 3.

[0008]

The above-mentioned electrostatic chuck is obtained by providing green sheets respectively consisting of: weight of 75 % or more of Al_2O_3 , less than 25 % transition metal oxide, and 10 % or less glass components such as SiO_2 , MgO , CaO and the like, printing a tungsten or molybdenum paste to be inner electrodes in one prescribed face of the green sheet, and laminating the green sheets in such a manner that the printed face is sandwiched, and firing the obtained laminate of the green sheets.

[0009]

The electrostatic chuck obtained by firing is ground until the dielectric layer 2 has a thickness as thin as 250 to 500 μm by a plane

grinding wheel and the ground face is further roughly ground until the mean surface roughness (Ra) becomes about 0.25 μm with diamond abrasive grains or a copper polisher and then, finishing grinding is carried out according to a method of the invention using the grinding wheel 5.

5 [0010]

The finishing grinding is carried out while supplying a grinding solution 6 containing softer abrasive grains than the material composing the dielectric layer 2 such as SiO_2 abrasive grains, to the grinding wheel 5. Accordingly, the dielectric layer is locally heated and pressurized to be at a high temperature and a high pressure and Al_2O_3 composing the dielectric layer and SiO_2 composing the abrasive grains are reacted with each other to form mainly kyanite. The kyanite can be defined as $m\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot n\text{SiO}_2$ ($m = 62.9\%$; $n = 37.1\%$) and is a triclinic system mineral having the maximum filling ratio of oxygen ion and comprising Si ions bonded in a tetrahedral structure or, in some cases, Al ions bonded in a hexahedral structure. The kyanite is degraded into mullite and silica when it is heated to 1,325°C or higher and is affected with grinding stress and thus easily mechanically removed from the surface of the dielectric layer. Consequently, the surface of the dielectric layer is subjected to finishing grinding to have a mean surface roughness (Ra) of 0.15 μm or less. Incidentally, it is supposed that other than kyanite, andalusite (rhombohedral system, true specific gravity 3.1 to 3.2) and silimanite (rhombohedral system, true specific gravity 3.23 to 3.25) are slightly produced, however they are degraded into mullite and silica at a higher temperature than that of kyanite.

25 [0011]

The following Table 1 shows the results of experiments of grinding carried out by changing the conditions of grinding agents or the like to be used.

[0012]

5 [Table 1]

Experiment Example No.	Type of abrasive grains	grain diameter of abrasive grains (μm)	occurrence of scratching	Gs %	Ra μm	contamination level atoms/cm ³
1	diamond	3.00	Oriented	40	0.25	10^{12} - 10^{13}
2	silicon oxide (colloidal silica)	0.03	Not oriented	125	0.08	$<10^{11}$
3	silicon oxide (colloidal silica)	0.06	Not oriented	121	0.09	$<10^{11}$
4	silicon oxide (colloidal silica)	0.03	Not oriented	124	0.08	$<10^{11}$
5	cerium oxide	0.05	Not oriented	120	0.11	$<10^{11}$
6	titanium oxide	0.01	Not oriented	110	0.13	$<10^{11}$
7	magnesium oxide	0.05	Not oriented	110	0.13	$<10^{11}$

[0013]

The composition ratio of the dielectric layer of a chuck used for the experiment is consisting by weight of 83 % Al_2O_3 , 10.5 % transition metal oxides, and 6.5% the total of SiO_2 , MgO and CaO , and the employed grinding apparatus comprises a grinding wheel with a diameter of 1,000 mm and made of a hard foamed polyurethane grinding cloth, and the rotation speed of the grinding wheel is controlled to be 60 rpm and load is controlled to be 0.2 kg/cm^2 . Further, as the abrasive grains, SiO_2 (silicon oxide), CeO_2 (cerium oxide), and TiO_2 (titanium oxide) are used and other than these oxides, abrasive grains of MgO (magnesium oxide), Y_2O_3 (yttrium oxide), SnO_2 (tin oxide), which are relatively soft, may also be used. The abrasive grains are used while being dispersed in a liquid and the ratio of

the abrasive grains to the liquid is proper to be 10 to 20% and the pH of the liquid is adjusted to be 8 to 13 and the supply amount of the grinding solution is controlled to be 20 cc/minute.

[0014]

5 Occurrence of scratching in Table 1 is determined based on SEM observation and evaluation of the contamination level is carried out by setting the mirror face of a silicon wafer on the surface of the dielectric layer and measuring the concentration of the elements of adhering contaminants after 1 KV voltage application for 3 minutes. As the surface roughness, the
10 mean surface roughness (Ra) is measured according to JIS B0601 by using a probe type surface roughness meter and as the glossiness of the ground face, Gs(60°) is measured according to JIS Z8741.

[0015]

Fig. 2(a), 2(b), and 2(c) are respectively microscopic photographs
15 with 5000 magnifications of particle structures of the surfaces of dielectric layers ground with silicon oxide abrasive grains, cerium oxide abrasive grains, and diamond abrasive grains and Fig. 3(a), 3(b), and 3(c) are graphs showing the measurement results of the surface roughness of the surfaces of the dielectric layers shown in Fig. 2(a), 2(b), and 2(c), respectively. As
20 appeared from these Figs. and Table 1, grinding of the surface of a dielectric layer with abrasive grains softer than the material of the dielectric layer according to the inventive method gives the extremely smooth surface.

[0016]

Although the experiment is described while exemplifying the
25 dielectric layer containing Al_2O_3 as a main component, any dielectric

materials such as AlN, SiC, Si₃N₄ and the like which can be used for electrostatic chucks may be used. Even in the case of using these materials, mAl₂O₃-nSiO₂, SiO₂ (amorphous) and the like can be produced and processed by grinding.

5 [0017]

[Effects of the Invention]

As described above, the invention provides a method for carrying out finishing grinding of the surface of a dielectric layer at a high precision without forming scratches in the surface of a dielectric layer by abrasive
10 grains by chemically producing a reaction product of a substance composing a dielectric layer and a substance composing abrasive grains by locally producing a high temperature and high pressure state by grinding the surface of the dielectric layer of the electrostatic chuck with the abrasive grains softer than the dielectric layer; and mechanically removing at least
15 the reaction product or products obtained by degradating the reaction product from the surface of the dielectric layer. Accordingly, contamination of the surface of a semiconductor wafer with particles or heavy metal ions can be prevented.

[Brief Description of the Drawings]

20 [Fig. 1] A figure showing the state of grinding an electrostatic chuck.

[Fig. 2(a)] A microscopic photograph with 5000 magnifications showing particle structure of the surface of a dielectric layer ground by silicon oxide abrasive grains.

[Fig. 2(b)] A microscopic photograph with 5000 magnifications showing
25 particle structure of the surface of a dielectric layer ground by cerium oxide

abrasive grains.

[Fig. 2(c)] A microscopic photograph with 5000 magnifications showing particle structure of the surface of a dielectric layer ground by diamond abrasive grains.

5 [Fig. 3(a)] A graph showing the measurement results of the surface roughness of the surface of the dielectric layer shown in Fig. 2(a).

[Fig. 3(b)] A graph showing the measurement results of the surface roughness of the surface of the dielectric layer shown in Fig. 2(b).

10 [Fig. 3(c)] A graph showing the measurement results of the surface roughness of the surface of the dielectric layer shown in Fig. 2(c).

[Explanation of Symbols]

1 a substrate

2 a dielectric layer

3 an inner electrode

15 5 a grinding wheel

6 a grinding solution

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-221168

(43) 公開日 平成7年(1995)8月18日

(51) Int.Cl. ⁸	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L 21/68		R		
B 2 4 B 37/04		Z		
H 0 1 L 21/3065				
21/304	3 2 1	M		

H 0 1 L 21/ 302

B

審査請求 未請求 請求項の数 2 F D (全 5 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平6-31846

(22) 出願日 平成6年(1994)2月2日

(71) 出願人 000010087

東陶機器株式会社

福岡県北九州市小倉北区中島2丁目1番1号

(72) 発明者 北林 徹夫

福岡県北九州市小倉北区中島2丁目1番1号 東陶機器株式会社内

(72) 発明者 小原 淳

福岡県北九州市小倉北区中島2丁目1番1号 東陶機器株式会社内

(72) 発明者 宮地 淳

福岡県北九州市小倉北区中島2丁目1番1号 東陶機器株式会社内

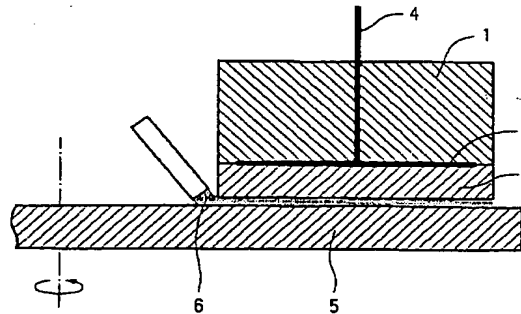
(74) 代理人 弁理士 下田 容一郎 (外1名)

(54) 【発明の名称】 静電チャックの表面研磨方法

(57) 【要約】

〔目的〕 誘電体層表面に砥粒によるスクラッチが生じることがないように研磨する。

〔構成〕 仕上げ研磨は、剛性の高い研磨盤5に、誘電体層2を構成する材料よりも軟らかい砥粒、例えばSiO₂砥粒を含む研磨液6を供給しながら研磨する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 静電チャックの誘電体層表面を誘電体層よりも軟らかい砥粒で研磨することで局部的に高温・高圧状態として誘電体層を構成する物質と砥粒を構成する物質との反応物を化学的に生成せしめ、少なくともこの反応物またはこの反応物を分解した後得られる生成物を機械的に誘電体層表面から除去するようにしたことを特徴とする静電チャックの表面研磨方法。

【請求項2】 請求項1に記載の静電チャックの表面研磨方法において、前記誘電体層は Al_2O_3 を主体として構成され、前記砥粒は SiO_2 からなり、前記誘電体層を構成する物質と砥粒を構成する物質との反応物は主としてカイヤナイトであることを特徴とする静電チャックの表面研磨方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は静電チャックの誘電体層表面を研磨する方法に関する。

【0002】

【従来の技術】半導体ウェハに対して減圧下において、プラズマエッチングやプラズマCVD等の処理を施すことが従来から行われている。斯かる減圧下で半導体ウェハを保持するチャックとして静電力を利用したチャックが知られており、この静電チャックは上面を Al_2O_3 を主体とする誘電体層としている。そして、誘電体層表面については、ダイヤモンド砥石による平面研削仕上げ、ダイヤモンド砥粒、 SiC 砥粒、 Al_2O_3 砥粒等の Al_2O_3 と同等以上の硬度の砥粒を用いた研磨仕上げが行われている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】上述したように静電チャック上面の誘電体層の表面の研磨については、従来にあってはダイヤモンド砥粒等の硬質砥粒を用いて加工精度を高めているが、誘電体層表面に硬質砥粒による押し込みや引っ掻き等の傷が生じる。そしてこの傷によって半導体ウェハ脱着時にウェハに傷を付けたり、パーティクルが半導体ウェハに付着する不利がある。更に、硬質砥粒を用いた機械的な研磨方法では誘電体層表面に加工変質層ができ、この加工変質層は表面に歪を残し、デバイスに悪影響を及ぼす重金属イオン等の汚染物質が半導体ウェハに付着することがある。

【0004】また、上記のような機械的な研磨の代りに化学研磨や電解研磨も知られているが、加工精度の点で劣り、高い加工精度が要求される静電チャックには適用できない。

【0005】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決すべく本発明は、誘電体層表面をこれよりも軟らかい砥粒で研磨することで誘電体層表面に誘電体層を構成する物質と砥粒を構成する物質との反応物を化学的に生成せしめ、少

なくともこの反応物またはこの反応物を分解した後得られる生成物を機械的に誘電体層表面から除去するようにした。

【0006】

【作用】例えば、誘電体層を構成する Al_2O_3 と砥粒を構成する SiO_2 とを反応させてカイヤナイト等のシリマナイトを生じさせるという化学的な面と、生じたカイヤナイト等をムライト化または無定形化せしめて除去するという機械的な面とを併せ持つメカノケミカルポリッシングにより静電チャックの表面が研磨される。

【0007】

【実施例】以下に本発明の実施例を添付図面に基づいて説明する。ここで、図1は静電チャックを研磨している状態を示す図であり、静電チャックは基板1上に誘電体層2を形成し、これら基板1と誘電体層2との間に内部電極3を設け、この内部電極3に高電圧を供給する給電線4を接続している。

【0008】また、上記静電チャックは75wt%以上の Al_2O_3 、25wt%未満の遷移金属酸化物、10wt%以下の SiO_2 、 MgO 、 CaO 等のガラス成分をそれぞれ含有するグリーンシートを用意し、所定のグリーンシートの一面に内部電極となるタングステンやモリブデンペーストを印刷し、この印刷面を挟むようにしてグリーンシートを積層して焼成することで得られる。

【0009】尚、焼成によって得られた静電チャックは平面研削盤によって誘電体層2の厚さが250~500 μm 程度になるまで研削され、更にこの研削面をダイヤモンド砥粒及び銅ポリリッシャにより平均表面粗さ(Ra)が0.25 μm 程度になるまで粗研磨し、この後研

磨盤5を用い本発明方法によって仕上げ研磨する。

【0010】仕上げ研磨は剛性の高い研磨盤5に、誘電体層2を構成する材料よりも軟らかい砥粒、例えば SiO_2 砥粒を含む研磨液6を供給しながら研磨する。すると、局部的に高温・高圧状態となり、誘電体層を構成する Al_2O_3 と砥粒を構成する SiO_2 とが反応して主としてカイヤナイトが生成される。このカイヤナイトは $mAl_2O_3 \cdot nSiO_2$ ($m:62.9\%$, $n:37.1\%$)で表され、酸素イオンが最密充填をとり、この中に Si イオンが正四面体、時には Al イオン六面体的に結合した三斜晶系の鉱物である。また、カイヤナイトは1325℃以上となるとムライトとシリカに分解し、研磨応力を受け、誘電体層表面から機械的に簡単に除去され、その結果誘電体層表面は平均表面粗さ(Ra)が0.15 μm 以下になるように仕上げ研磨される。尚、カイヤナイトの他にアンダリュサイト(斜方晶系で真比重3.1~3.2)やシリマナイト(斜方晶系で真比重3.23~3.25)も若干生成されているものと考えられるが、これらはカイヤナイトよりも高温でムライトとシリカに分解される。

【0011】以下の(表1)は使用する研磨剤等の条件

を変更して行った実験結果を示すものである。

*【表1】

【0012】

*

実験例 No.	研磨砥粒の種類	研磨砥粒の 粒径(μm)	スクラッチ の有無	Gs %	Ra μm	汚染レベル atoms/cm ²
1	ダイヤモンド	3.00	あり	40	0.25	$10^{12} \sim 10^{13}$
2	酸化珪素(コイダ'ルシリカ)	0.03	なし	125	0.08	$< 10^{11}$
3	酸化珪素(コイダ'ルシリカ)	0.06	なし	121	0.09	$< 10^{11}$
4	酸化珪素(コイダ'ルシリカ)	0.03	なし	124	0.08	$< 10^{11}$
5	酸化セリウム	0.05	なし	120	0.11	$< 10^{11}$
6	酸化チタン	0.01	なし	110	0.13	$< 10^{11}$
7	酸化マグネシウム	0.05	なし	110	0.13	$< 10^{11}$

【0013】尚、実験で使用したチャックの誘電体層の組成割合は、 Al_2O_3 が83wt%、遷移金属酸化物が10.5wt%、 SiO_2 、 MgO 、 CaO が合計で6.5wt%であり、使用した研磨機の研磨盤は直径が1000mmの硬質発泡ポリウレタン研磨クロスであり、研磨盤の回転速度は60rpm、荷重負荷は0.2kg/cm²とした。また、砥粒としては SiO_2 （酸化珪素）、 CeO （酸化セリウム）、 TiO_2 （酸化チタン）を用いたが、これ以外に MgO （酸化マグネシウム）、 Y_2O （酸化イットリウム）、 SnO_2 （酸化スズ）等の比較的軟らかい砥粒も使用可能である。更に、砥粒は液中に分散させて使用するが、砥粒の液に対する割合は10～20%とし、液のpHは8～13とし、研磨液の供給量は20cc/分とした。

【0014】また（表1）中のスクラッチの有無はSEM観察にて行い、汚染レベルの評価は誘電体層表面にシリコンウェハのミラー面を載置し、1KVの電圧を3分間印加して付着した汚染物質の元素の濃度を定量し、表面粗さは触針式の表面粗さ計を用い、JIS B0601に従って平均表面粗さ（Ra）を測定し、研磨面の光沢度はJIS Z8741に従ってGs（60°）を測定した。

【0015】図2（a）、（b）、（c）はそれぞれ酸化珪素砥粒、酸化セリウム砥粒及びダイヤモンド砥粒によって研磨した誘電体層表面の粒子構造を示す5000倍の顕微鏡写真であり、図3（a）、（b）、（c）は

それぞれ図2（a）、（b）、（c）に示した誘電体層表面の表面粗さの測定結果を示すグラフである。これらの図及び（表1）からも明らかなように、本発明方法のように誘電体層表面を誘電体層よりも軟らかい砥粒で研磨することで、極めて平滑な表面を形成することができる。

【0016】本実験では、 Al_2O_3 を主成分とする誘電体層を用いたものを説明したが、誘電体層としては、 AlN 、 SiC 、 Si_3N_4 等の静電チャックに利用できる誘電体材料を利用してもよい。これらの材料の場合であっても、研磨により、 $m\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot n\text{SiO}_2$ 、 SiO_2 （無定形）等が生成し加工することができる。

【0017】

【発明の効果】以上に説明した如く本発明によれば、静電チャックの誘電体層表面を誘電体層よりも軟らかい砥粒で研磨することで局部的に高温・高圧状態として誘電体層を構成する物質と砥粒を構成する物質との反応物を化学的に生成せしめ、次いでこの反応物やこれが分解した生成物を機械的に誘電体層表面から除去するようにしたので、高精度に誘電体層表面を研磨仕上げすることができ、且つ誘電体層表面に砥粒による傷（スクラッチ）が生じることがない。したがって、パーティクルや重金属イオンによって半導体ウェハ表面が汚染することが防止される。

【図面の簡単な説明】

【図1】静電チャックを研磨している状態を示す図

5

〔図2〕(a)は酸化珪素砥粒によって研磨した誘電体層表面の粒子構造を示す5000倍の顕微鏡写真

(b)は酸化セリウム砥粒によって研磨した誘電体層表面の粒子構造を示す5000倍の顕微鏡写真

(c)はダイヤモンド砥粒によって研磨した誘電体層表面の粒子構造を示す5000倍の顕微鏡写真

〔図3〕(a)は図2(a)に示した誘電体層表面の表面粗さの測定結果を示すグラフ

*

6

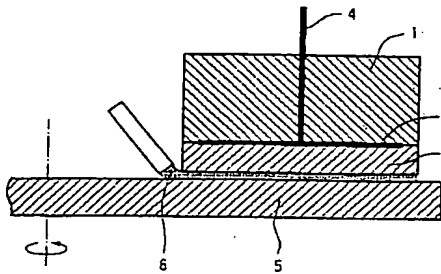
* (b)は図2(b)に示した誘電体層表面の表面粗さの測定結果を示すグラフ

(c)は図2(c)に示した誘電体層表面の表面粗さの測定結果を示すグラフ

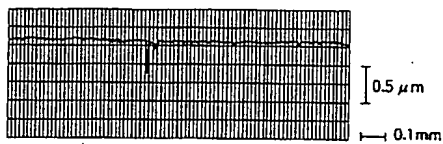
〔符号の説明〕

1…基板、2…誘電体層、3…内部電極、5…研磨盤、6…研磨液。

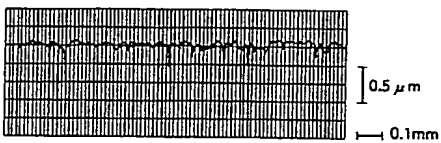
〔図1〕



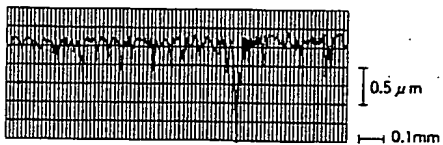
〔図3〕



(a)

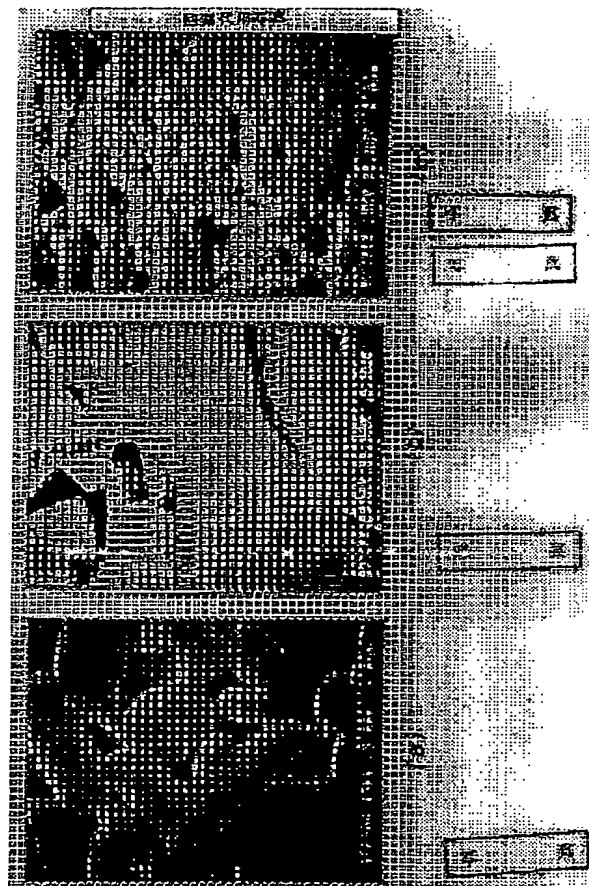


(b)



(c)

〔図2〕



(5)

特開平7-221168

フロントページの続き

(51)Int.Cl.⁶

H 0 2 N 13/00

識別記号

序内整理番号

F I

技術表示箇所

D